



TITLE:

酵素活性からみたニホンザル四肢筋の機能分化(II 博士・修士論文要旨)

AUTHOR(S):

森山, 恭子

CITATION:

森山, 恭子. 酵素活性からみたニホンザル四肢筋の機能分化(II 博士・修士論文要旨). 霊長類研究所年報 1983, 12: 34-35

ISSUE DATE:

1983-01-19

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/163055>

RIGHT:

ると、Eタイプの形態を示す標本が多い。しかし、その個体変異のなかに、ホエザルについてはB、Cタイプ、ティティについてはDタイプが観察された。つまり、リスザル上顎臼歯の示す変異系列と同じような系列をもち、そのピークがリスザルではBタイプ、ホエザル、ティティではEタイプにあるのではないかと考えられる。上記のことがらが事実とすれば、BタイプはAタイプに近いから、リスザルはホエザル、ティティに比べると、より原型に近い形質をもつことになる。しかし、これはあくまでも作業仮説である。したがって、ホエザル、ティティも含め、すべての南米ザルについて、*metaloph* と *prehypocrista* の関係の個体変異をおいけてみなければならぬだろう。これからの課題である。

3. 酵素活性からみたニホンザル四肢筋の機能分化

Functional Differentiation of Fore- and Hindlimb Muscles in *Macaca fuscata* determined on the Basis of Enzymatic Activities.

森山恭子

哺乳類において、骨格筋は、収縮速度、瞬発力および持続性などの生理的特徴が異なる3つのタイプの筋線維から構成されている。各筋肉はこれらの筋線維の構成比によって生理的特徴が決定されるので、筋肉間には、上記のような生理的な特徴についての変異が存在することが知られている。このことは、持続的運動に適した赤筋と、敏捷な運動に適した白筋として、一般に理解されている。

このような筋肉間の変異が、様々な機能的役割を持つ全身の骨格筋においてどのように分布しているかは、その動物のロコモーション様式と何らかの関連があるだろうと想像される。しかし、全身の骨格筋の機能分化をロコモーション様式との関連でとらえる研究は、筋電図法を用いたヒトでの研究（時実、島津1964）以外ほとんど行なわれていない。そこで、ニホンザルの四肢筋の機能分化を明らかにし、ロコモーション様式との関連を明らかにするために本研究を行なった。

先に述べた3タイプの筋線維の生理的差違は、これらの筋線維中に含まれるエネルギー産生系酵素量の差に由来するものである。瞬発性は嫌氣的

エネルギー産生を行なう解糖系酵素に依存し、持続性は好氣的エネルギー産生を行なうTCA回路酵素に依存しているからである。このように、筋線維において呼吸酵素の活性と収縮速度などの生理的特徴の間に強い相関が存在することは、Burke & Tsairis (1974) によって明らかにされている。そこで本研究では、実験殺直後のニホンザル4頭を用い、四肢筋等83種の筋肉について、解糖系のアルドラーゼと乳酸脱水素酵素、TCA回路のコハク酸脱水素酵素の3種類の酵素活性を定量的に測定した。この方法を用いたのは、筋電図法は随意運動を必要とするためヒト以外の動物には用いることができないし、酵素活性値の定量の方が組織染色による定性的方法よりも直接的に機能を反映しているという利点があるためである。

その結果、ニホンザルでは、TCA回路酵素活性は一般に後肢筋より前肢筋で高い傾向があり、解糖系酵素活性は前後肢間でその傾向に差がなかった。このことを機能的に見ると、持続性（疲労に対する耐性）は前肢筋で高く、収縮力は後肢筋で強く、収縮速度は前後肢間で差がないと言えることができる。

一方、霊長類以外の地上性四足哺乳類ならびにヒトの四肢筋ではニホンザルと比べて、後肢（下肢）筋に持続性の高い筋線維が多く、前肢（上肢）筋に収縮力の大きい筋線維が多いことが、少数の四肢筋についての組織化学的データと本研究の結果とを比較することにより示唆された。また、ヒトの筋電図でも同様の結果が示されている。

これらの違いは、各々のロコモーション様式を考えると、きわめて理にかなったものであることがわかる。ニホンザルは霊長類の中では地上生活が多い動物であるが、他の非霊長類地上四足動物とは、樹上生活も行なうという点で異なっている。ニホンザルでは、木に登ったり、枝から枝へ移動する時などに、前肢の持続性を必要とすると考えられる。一方、地上ロコモーションでは、非霊長類地上四足動物は前肢での推進力が大きく、霊長類は後肢での推進力が大きいことが知られている。このことは、ニホンザルでは他の四足動物と比べて後肢の収縮力が相対的に大きいことをよく説明している。しかも、ニホンザルの後肢筋の中でも、四足歩行時に強く働く数本の筋肉は大きい収縮力だけでなく速い収縮速度ももっているということは、このことをさらに裏付ける。またヒトとの違

いは、ヒトは直立二足歩行のため下肢筋は姿勢保持に働き持続性を要求されるし、よく発達したマニピュレーションは上肢の敏捷性を必要としているからだと考えられる。

後肢筋の中では、7本の二関節筋のうち6本がきわめて速い収縮速度と大きい収縮力と低い持続性をもっていた。この結果は、二関節筋が相動的収縮を行ない、主に運動に働き、一関節筋が緊張的収縮を行ない、主に姿勢保持に働いているという説とよく一致した。またニホンザルの大腿二頭筋は、大腿部に付く一関節性の部分と、下腿部に付く二関節性の部分に分けられるが、この両者の間にも同様の差がみられた。さらに、後肢筋のうち表脛筋と深脛筋をとり出してみると、前者は収縮速度が速く、収縮力が大きく、持続性は低く、後者は逆であった。この結果は、表脛筋が主として運動に、深脛筋が主として姿勢保持に働くと言

われることと一致した。

以上のように、ニホンザルの四肢筋の機能分化はロコモーション様式ときわめて密接な関連をもっていることが明らかとなった。

尚、大学院での研究成果は以下の論文にまとめ公表した。

- 1) Structure of the Foot Skeleton and Grasping Ability in Anthroidea. (1981) J. Anthrop. Soc. Nippon, 82 (2): 159-180
- 2) Functional Differentiation of Fore- and Hind-limb Muscles in *Macaca fuscata* Determined on the Basis of Enzymatic Activities. (1983) Primates, (in press)
- 3) Primate Locomotion and Bipedalism (tentative title) S. Kondo ed., I. Comparative Morphology, Foot Bones. (in press)